

名古屋工業大学 ○ 学生員 見角 潤朗

名古屋工業大学 正 員 松井 寛

名古屋工業大学 正 員 溝上 章志

1. はじめに 本研究では、複数の信号交差点における交通流の円滑化を図るため、信号制御のパラメータであるサイクル・オフセット・スプリットの同時最適化の方法について考察する。まず、各交差点流入部の信号待ち行列台数及び走行中の車の区間密度を状態変数とし、また信号表示パラメータを制御変数とする状態方程式を導入する。一方、1サイクル中における全ての交差点における総遅れ台数の和を評価関数とし、それを最小化とする信号制御問題の定式化を行い、離散型最大原理を用いることにより最適解を求める方法である。

2. モデルの設定

図1に示すような、4つの交差点からなる街路モデルを考えることにする。時刻 t における交差点流入部 i の信号待ち行列台数を $M_i(t)$ ($i=1\sim 16$) とし、各交差点間の区間における走行中の車の密度を $X_j(t)$ ($j=1\sim 8$) とする。また各交差点流入部 i への流入交通量を $Q_i(t)$ ($i=1\sim 16$) とする。但し、このモデルの外からの流入交通量 ($Q_1\sim Q_8$) は一定の割合で到着するものとする。また、待ち行列 M_i ($i=1\sim 16$) の前方からは、 $U_i(t)$ ($i=1\sim 16$) の交通量が流出する。なお、この $U_i(t)$ は信号が有効青で待ち行列台数 $M_i(t)$ が存在する場合は飽和交通流量 S_i の値を取り、待ち台数が存在しない場合には流入交通量 $Q_i(t)$ と S_i の小さい方の値をとる。そして信号が有効青以外の場合には、 $U_i(t)=0$ とする。なお、今回は交差点での右・左折については考慮していない。

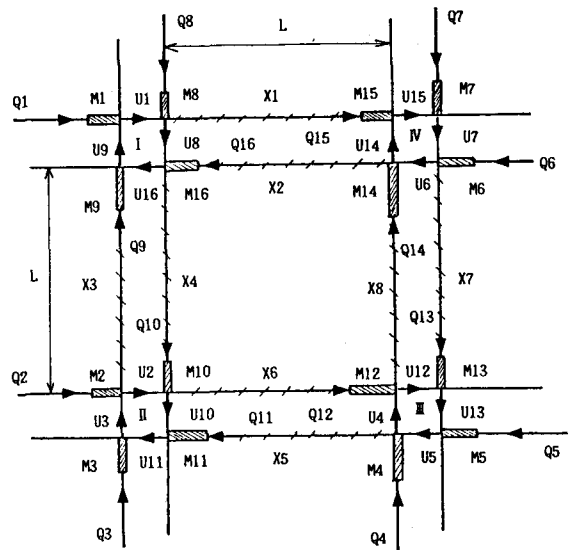


図1

3. モデルの定式化 以上のことにより、各交差点における待ち行列台数及び走行中における車の密度の単位時間当たりの変化率を次の状態方程式で表すことができる。

$$d M_i(t) / d t = Q_i(t) - U_i(t) \quad (i=1\sim 16)$$

$$(\text{但し } i=1\sim 16 \text{ では } Q_i(t) = B \times X_j \quad (j=1\sim 8))$$

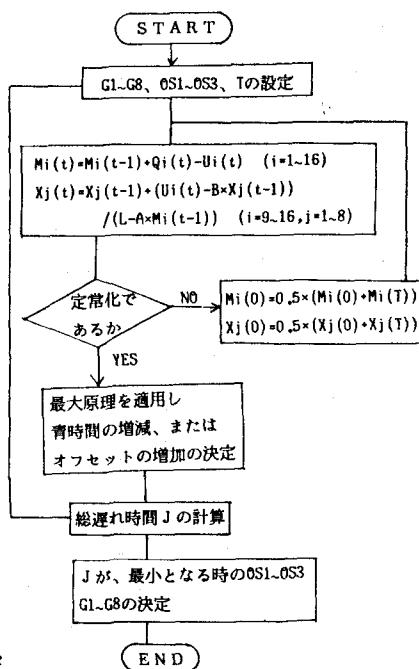
$$(L - A \times M_i(t)) \times d X_j(t) / d t = U_i(t) - B \times X_j(t) \quad (i=9\sim 16, j=1\sim 8)$$

ここで L は交差点間の距離、 A は停止中の一台当りの占有長さ、 B は交差点区間内での平均速度で一定の値を取るものとする。また、評価関数としては、1サイクル中における全ての交差点の総遅れ時間を採用し、次式で表すことができる。

$$J = \int_0^T \left\{ \sum_{i=1 \sim 16} M_i(t) + \sum_{i=9 \sim 16, j=1 \sim 8} (L - A \times M_i(t)) \times X_j(t) \right\} dt$$

よって、状態方程式を満足し J を最小化とする、終端時刻指定・終端状態未定の最大原理問題となる。

4. 計算フロー 図1に示すような交差点モデルにおいて、Iの交差点を基準としてII、III、IVのそれぞれの交差点とのオフセットをOS1、OS2、OS3とし、またIの青時間をG1、G2としIIはG3、G4 IIIはG5、G6 IVはG7、G8とする。(G1、G3、G5、G7は東西方向の交通流に対しての青時間を示し、G2、G4、G6、G8は南北方向に対しての青時間を示す) また、サイクル長はTとする。状態方程式を解くにあたり、状態変数の初期値 $M_i(0)$ 、 $X_j(0)$ を与える必要があるが、これらはあらかじめわからない。そこで、これらの初期値を適当に与えて計算し、その終端値 $M_i(T)$ 、 $X_j(T)$ を求め、この終端値と初期値が一致するまで初期値を修正する繰返し計算を行う。そして、定常状態となったところで、離散型最大原理を用い制御変数を決定し評価関数の最小化を図る。まず、Iの交差点における青時間の増減を最大原理を用い決定を行う。これは、G1の終端を更に1秒伸ばすか、またはG2の終端を1秒伸ばすか(つまり、G1を1秒縮めることである)を決定するものである。そしてIIの交差点では、Iと同じようにG3を伸ばすか又はG4を伸ばすかを決定させる場合と、青時間を変化させずにオフセットを1秒延長させる場合の2通りの方法がある。そこで、青時間の増減の場合とオフセット延長の場合を比較して総遅れ時間が小さい方の青時間、オフセットに決定する。また、III、IVの交差点についてもそれぞれ同様に行いこの操作を繰り返していくことにより最適化を図っていくものである。図2に、この操作手順のフローチャートを示す。



5. 計算結果 $A = 7(\text{m/台})$, $B = 11(\text{m/秒})$, $L = 400(\text{m})$ としたときの計算結果を示す。流入交通量は $Q1=0.2(\text{台/秒})$, $Q2=Q5=Q6=0.15(\text{台/秒})$, $Q3=Q4=Q7=Q8=0.1(\text{台/秒})$ の交通量を設定する。

図2

サイクル T (秒)	OS1	OS2	OS3	G1 G2	G3 G4	G5 G6	G7 G8	総遅れ時間 J (秒・台)	J / 流入台数 (秒)
70	27	27	23	45 15	38 32	38 22	42 28	4 6 7 4	6 3 . 8
80	28	35	30	54 16	52 18	45 25	50 20	5 5 9 7	6 6 . 6
90	22	30	30	62 18	66 14	58 22	58 22	6 3 5 7	6 7 . 3

6. あとがき 今回は、右・左折流を考慮しなかったが、今後は右・左折流を考慮した右折専用現示のある複数信号交差点の最適制御について検討する予定である。

<参考文献> 稻垣 政行 「流体モデルに基づく最適信号制御に関する研究」(60年卒業論文)